PART3 プレートとマントルの動き

目標 プレートの移動を球面上の運動として説明できる。また，マントル対流とプレートの移動との関係を説明できる。

Chapter1　プレートとマントルの動き

地学基礎では，プレートがそれぞれ異なる方向に移動していることを学んでいます。球面上の板の運動は，どのような動きなのでしょうか。また，それはマントルの運動とどのように関係しているのでしょうか。

プレートの運動

・**プレートとプレートテクトニクス**

地震の分析から，北太平洋地域の海洋底全体は北西方向へと移動する 1 枚の板とみなすことができることが確かめられた。この変形しない板は**プレート**と呼ばれ，1960 年代後半から 1970 年代にかけて，プレートどうしの運動によってさまざまな現象を説明する**プレートテクトニクス**という考え方が発展した。

・**球面上の回転運動**

球面上の板の運動は，ある軸のまわりの回転運動とみなせる。この回転の軸と球面との交点の 1 つをオイラー極という。

回転の角速度が一定のとき，球面上での実際の移動速度はオイラー極から離れるほど（大きい / 小さい）。

マントル対流

・**地震波トモグラフィー**

多くの地震の走時を多くの地点で観測した記録を用いることで，地下の地震波速度の 3 次元的な分布を推定する手法。

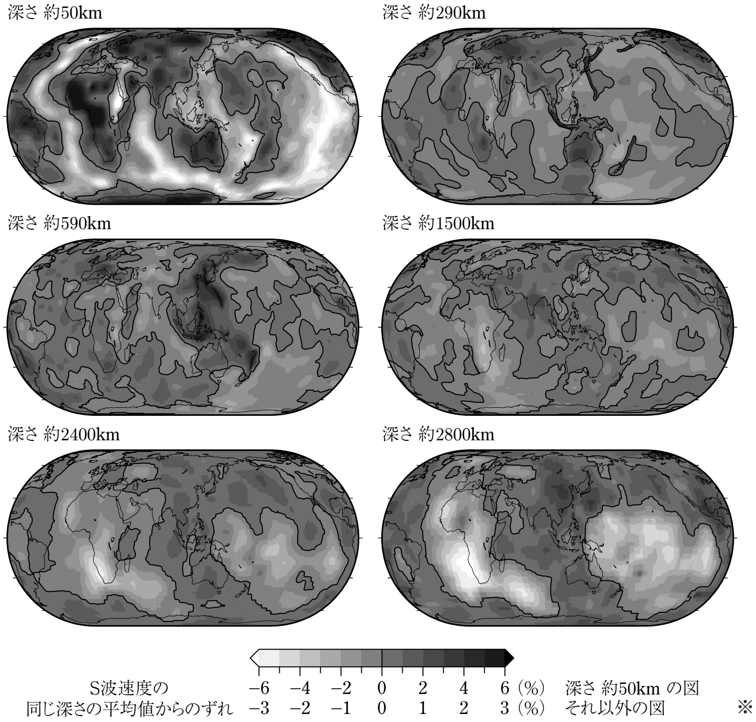
地震波速度	岩石のかたさ	温度
大	（かたい / やわらかい）	（高い / 低い）
小	（かたい / やわらかい）	（高い / 低い）

知っておこう

1967 年，イギリス（当時アメリカの大学に在籍）のマッケンジー (Dan Peter McKenzie) とアメリカのパーカー (Robert Ladislav Parker) は，左の（北太平洋に関する）内容を論じた論文を共同で発表しました。この論文は，「プレート」という単語を用いて海洋底拡大と諸現象との関連を論じた最初の論文です。

アメリカのモーガン (William Jason Morgan) やフランス（当時アメリカの大学に在籍）のルピション (Xavier Le Pichon) も，トランスフォーム断層に着目することで「ブロック」（プレートに相当）の移動を説明した論文をほぼ同時期にそれぞれ発表しました。

海洋底拡大説の提唱から 10 年足らずの間に，プレートテクトニクスの考え方は欧米の研究者の間で活発に論じられ，急速に認められるようになったのです。



知っておこう

地震波トモグラフィーは，多くの地震の走時を多くの地点で観測した記録を用いることで，地下の地震波速度の３次元的な分布を推定する手法です。たとえば，左の図を描くために用いたデータは，約 55 万個の地震における約 1400 万個もの記録を用いて計算されたものです。この手法は，1980 年代以降の計算機の発達とともに発展してきました。

・**マントル対流とプレート**

プルーム……南太平洋や東アフリカにはマントル深部から上部マントルまで続く地震波の低速度領域があり，マントルの大規模な上昇流〔**プルーム**〕に相当すると考えられている。プルームの位置は，プレートの境界と無関係である。

下降流………海溝で沈み込んだプレートやその延長は地震波の高速度領域であり，マントルの下降流の一部を形成すると考えられている。

まとめ

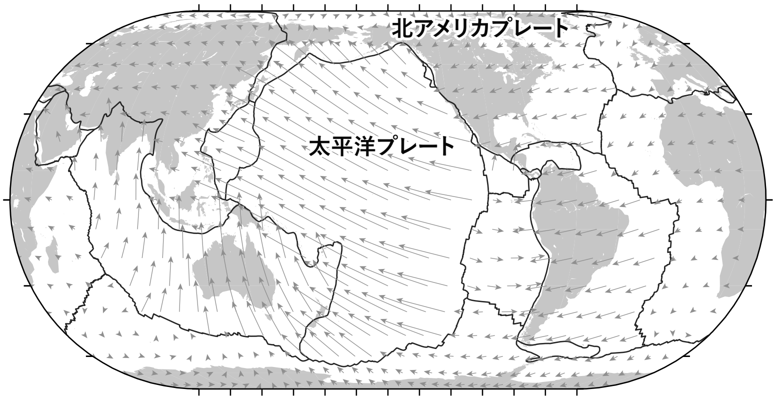
・プレート運動は球面上の回転運動とみなすことができる。
・＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿は，地下の地震波速度の３次元的な分布を推定する手法である。
・マントルの深部から上部まで続く地震波の低速度領域は，大規模な上昇流である＿＿＿＿＿に相当する。
・海溝で沈み込んだプレートやその延長は地震波の高速度領域であり，マントルの＿＿＿＿の一部を形成する。

※ Lu et al.(2019) によるデータをもとに作図

Chapter2　演習問題

ここでは，プレートの回転運動について考察してみましょう。

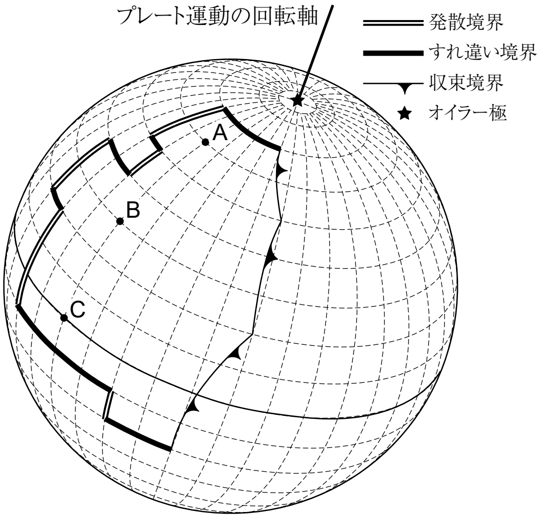
問題⑴　次の図は，地球上のプレートの移動のようすを矢印により表したものです。矢印の向きは移動の向き，矢印の長さは移動速度を表しています。この図について述べた下の文章中の（　　）について，正しいものを選びましょう。



Gripp and Gordon (2002) のデータをもとに作図

プレートの移動速度は，同じプレートでも場所によって異なっている。たとえば，太平洋プレートの移動速度は赤道付近とくらべて北半球の中緯度の方が（大きい / 小さい）。また，北アメリカプレートの移動速度はカナダ付近とくらべてメキシコ付近の方が（大きい / 小さい）。これらのことは，プレートが（ゴムのように伸び縮みしている / 球面上を回転している）ことの結果である。

問題⑵　次の図は，仮想的なプレートについて，周囲のプレートとの境界，プレート運動の回転軸，オイラー極を示したものです。このプレートが 100 万年あたり 1°の角速度で回転し続けていると仮定すると，図中の A，B，C 地点の 3000 万年後の位置はどのように推定されるでしょうか。それぞれ図中に示しましょう。ただし，図中の破線は回転軸を含む円および回転軸と垂直な円であり，いずれも 10°間隔で描かれています。



問題⑶　**問題⑵**の結果を参考にして，図中の A，B，C 地点の 3000 万年間の移動距離を小さい順に答えましょう。

第5講 PART3 確認問題

問1 次の文章を読み，下の問いに答えよ。

1960年代後半から1970年代にかけて，プレートテクトニクスの考え方が確立していった。プレートの運動は，その下にあるマントルの（　ア　）の現れである。

プレートの運動を，地球という球面上における板の運動と考えると，$_a$ある回転軸のまわりの回転運動とみなすことができる。

(1) 空欄アに入る語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① 加速度運動　② 落下運動
③ 回転運動　④ 対流運動

(2) 下線部aについて，回転の角速度を一定としたとき，このプレートの運動の特徴として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① 回転軸から遠い部分ほど移動速度が大きい。
② 回転軸から遠い部分ほど移動速度が小さい。
③ 回転軸からの距離によらず移動速度は一定である。
④ 回転軸からの距離と移動速度は関係がない。

問２　次の文章を読み，下の問いに答えよ。

マントルの動きは，（　イ　）という地震波速度の３次元的な分布を推定する手法により調べられており，（　ウ　）や東アフリカの地下には ｂ<u>大規模な上昇流</u>が存在すると推定されている。

⑴　空欄イに入る語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　GPS　　②　重力補正
③　地震波トモグラフィー　　④　緊急地震速報

⑵　空欄ウに入る語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　グリーンランド沖　　②　日本海溝
③　大西洋中央海嶺　　④　南太平洋

⑶　下線部ｂについて，マントルの大規模な上昇流の名称として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　プルーム　　②　ダイナモ
③　ホットスポット　　④　コロナ

第５講　プレートテクトニクス

PART1　プレート境界と大地形

問題⑴　C，横ずれ断層，R，S，P

問題⑵　X：アンデス山脈　Y：ハワイ島　Z：大西洋中央海嶺

PART2　プレートテクトニクスの成立

問題⑴　作られたばかりの，海嶺，海嶺，2500 万年，太い，大きい

問題⑵　同じ，新しい海洋底が作られている，15km，15mm

PART3　プレートとマントルの動き

問題⑴　小さい，大きい，球面上を回転している

問題⑵　【図参照】

問題⑶　A，B，C

第 5 講　PART3　確認問題　解答

問 1

(1)　④

解説：
マントルの動きには，上昇流と下降流が見つかっており，全体として対流運動をしていると考えられている。

(2)　①

解説：
回転の角速度が一定のとき，回転の半径が大きいほど移動速度は大きくなる。

問 2

(1)　③

解説：
地震波トモグラフィーにより地下の地震波速度の分布を調べる。地震波速度が大きいところは岩石がかたく低温で，地震波速度が小さいところは岩石がやわらかく高温である。

(2)　④

解説：
大規模な上昇流があると推定されているのは南太平洋と，東アフリカである。

(3)　①

解説：
マントルの大規模な上昇流のことをプルームという。